

Problemario de termodinámica

Luz María García Cruz
Francisco Medina Nicolau



UAM
QC311
G3.7

Básicas

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Calle Puente de México 491 Apdo. 700
Axiaportal

Problemario de termodinámica

#217488

CB 2892930

Problemario de termodinámica

Luz María García Cruz
Francisco Medina Nicolau



2893030



División de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ciencias Básicas

UAM-AZCAPOTZALCO

RECTOR

Mtro. Víctor Manuel Sosa Godínez

SECRETARIO

Mtro. Cristian Eduardo Leriche Guzmán

COORDINADORA GENERAL DE DESARROLLO ACADÉMICO

Mtra. María Aguirre Tamez

COORDINADORA DE EXTENSIÓN UNIVERSITARIA

DCG Ma. Teresa Olalde Ramos

JEFA DE LA SECCIÓN DE PRODUCCIÓN Y DISTRIBUCIÓN EDITORIALES

DCG Silvia Guzmán Bofill

UAM
DC 311
G3.7

ISBN: 970-654-599-9

© UAM-Azcapotzalco

Luz María García Cruz
Francisco Medina Nicolau

Corrección:

Marisela Juárez Capistrán

Ilustración de portada:

Consuelo Quiroz Reyes

Diseño de Portada:

Modesto Serrano Ramírez

Sección de producción

y distribución editoriales

Tel. 5318-9222 / 9223

Fax 5318-9222

Universidad Autónoma Metropolitana

Unidad Azcapotzalco

Av. San Pablo 180

Col. Reynosa Tamaulipas

Delegación Azcapotzalco

C.P. 02200

México, D.F.

Problemario de termodinámica

1a. edición, 1992

2a. edición, 2000

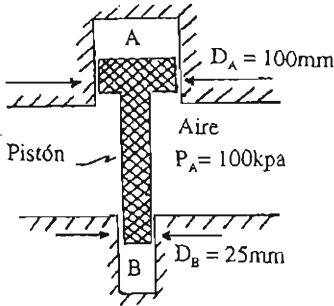
3a. edición, 2004

Impreso en México.

PRESENTACIÓN

Las páginas que a continuación se presentan tienen por objeto auxiliar a los alumnos del curso de Termodinámica. En ellas se plantean una serie de problemas cuya solución aparece en las páginas finales.

Este problemario fue realizado por la profesora Luz Ma. García Cruz, bajo la supervisión del Dr. Francisco Medina Nicolau.

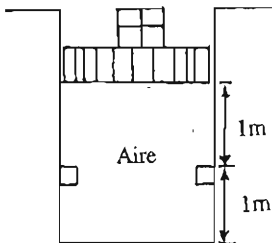


0.1 Un gas está contenido en dos cilindros A y B conectados por un pistón de dos diámetros diferentes, como se muestra en la figura. La masa del pistón es de 10 kg y la presión del gas dentro del cilindro A es de 200 kPa. Calcular la presión en el cilindro B.

0.2 Calcular la masa de aire contenido en un cuarto de (6) (10) (4) m³ si la presión es de 100 kPa y la temperatura de 25°C. $R = 0.287 \text{ kJ/kgK}$.

0.3 Un tanque de 0.5 m³ contiene 10 kg de un gas ideal de peso molecular 24 a una temperatura de 25°C. Calcular su presión.

0.4 Un globo esférico tiene un radio de 5m. La presión atmosférica es de 100 kPa y la temperatura es de 20°C. a) Calcular la masa y el número de moles de aire que desplaza este globo. Si el globo se llena con helio a 100 kPa y 20°C, b) calcular la masa y el número de moles de helio.



0.5 Un cilindro vertical equipado con un pistón sin fricción y un juego de topes, como se muestra en la figura, contiene aire. El área transversal del pistón es de 0.2 m² y el aire está originalmente a 200 kPa y 500°C. Entonces se enfría el aire como resultado de la transferencia de calor a los alrededores. Calcular: a) la temperatura del aire dentro del cilindro cuando el pistón llega a los topes, b) la presión dentro

del cilindro si se continúa el enfriamiento hasta que la temperatura llega a 20°C .

0.6 Una esfera metálica de 150 mm de diámetro interior se pesa en una balanza de precisión, primero cuando está vacía y después cuando ha sido llenada con un gas desconocido hasta que la presión es de 879 kPa. La diferencia en peso es de 0.0025 kg. La temperatura del cuarto es de 25°C . Suponiendo que es una sustancia pura, identificar el gas.

0.7 Sobre el émbolo de un cilindro de paredes adiabáticas que contiene un gas ideal y perfecto se coloca una masa de 10 kg. Cuando ha descendido 10 cm, su velocidad es de 0.7 m/s. Determinar el aumento en la energía interna del gas.

0.8 Un gas ideal y perfecto está encerrado en un recipiente de paredes adiabáticas móviles. La presión de los alrededores es un poco superior a la del gas, por lo que lo comprimen, efectuando un trabajo de 100 kJ. Calcular: a) el aumento en la energía del gas, b) la presión del gas si el volumen disminuye en 0.33 m^3 . Si su temperatura aumenta en 1°C y contiene 9.916 kg, c) identificar el gas. Si la temperatura inicial es de 300 K, d) calcular la variación en la presión del gas debida a la compresión.

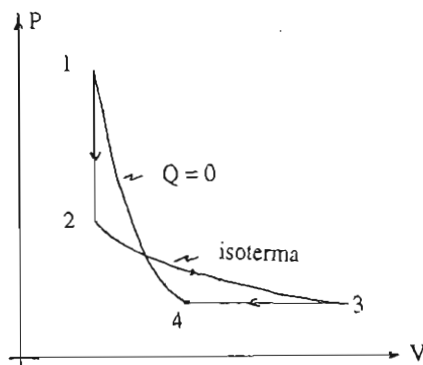
0.9 Durante un proceso un gas perfecto absorbe 100 kJ de energía en forma de calor y efectúa un determinado trabajo. Determinar este trabajo cuando a) la temperatura del gas permanece constante durante el proceso, y b) la temperatura al iniciarse el proceso es igual a la temperatura al finalizar el proceso.

10. Un gas se encuentra en un recipiente cilíndrico vertical de paredes adiabáticas cerrado por un émbolo de 0.01 m^2 . Inicialmente se encuentra a la presión de 0.1 MPa. Sobre el émbolo se coloca sin velocidad inicial un cuerpo cuyo peso es de 0.1 kN y se desplaza hacia abajo hasta detenerse después de recorrer 0.05 m. Calcular: a) la presión externa que actúa sobre el gas, b) la variación en el volumen del gas, c) el trabajo realizado sobre el gas por la presión atmosférica, d) el trabajo realizado por

el peso del cuerpo, e) el trabajo realizado por los alrededores sobre el gas, f) presión media que el gas ejerce sobre los alrededores y g) la elevación en la temperatura del gas si $c(T) = 20 \text{ JK}^{-1}$.

11. Un gas ideal y perfecto experimenta los cambios politrópicos mostrados en el diagrama. Clasificar como verdadera (v) o falsa (f) cada una de las relaciones indicadas a la derecha del diagrama.

(a)



$$T_4 < T_1 \quad \square \quad W_{1 \rightarrow 2} > 0 \quad \square$$

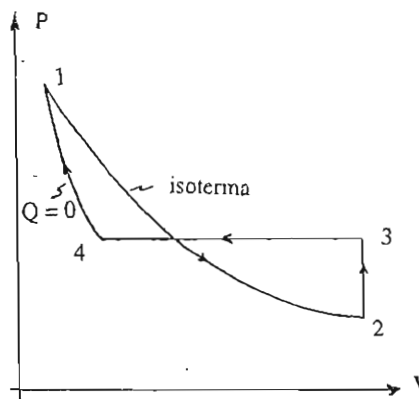
$$P_4 < P_3 \quad \square \quad \Delta U_{2 \rightarrow 3} = -W_{2 \rightarrow 3} \quad \square$$

$$T_3 > T_2 \quad \square \quad W_{3 \rightarrow 4} < 0 \quad \square$$

$$V_2 > V_1 \quad \square \quad W_{2 \rightarrow 3} > 0 \quad \square$$

$$T_1 > T_3 \quad \square \quad \Delta U_{4 \rightarrow 1} = W_{4 \rightarrow 1} \quad \square$$

(b)



$$V_3 > V_2 \quad \square \quad \Delta U_{1 \rightarrow 2} = 0 \quad \square$$

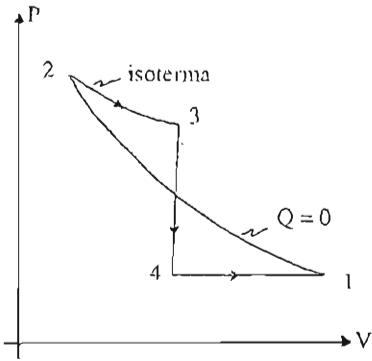
$$P_4 < P_3 \quad \square \quad W_{4 \rightarrow 1} < 0 \quad \square$$

$$T_3 < T_4 \quad \square \quad W_{2 \rightarrow 3} > 0 \quad \square$$

$$T_1 > T_4 \quad \square \quad Q_{2 \rightarrow 3} = \Delta U_{2 \rightarrow 3} \quad \square$$

$$T_2 < T_3 \quad \square \quad \Delta U_{4 \rightarrow 1} = -W_{4 \rightarrow 1} \quad \square$$

(C)



$$T_1 < T_3 \quad \square \quad W_{1 \rightarrow 2} < 0 \quad \square$$

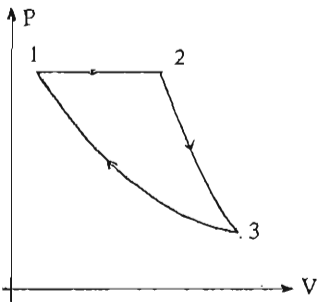
$$T_2 < T_3 \quad \square \quad Q_{2 \rightarrow 3} = W_{2 \rightarrow 3} \quad \square$$

$$T_1 > T_4 \quad \square \quad \Delta U_{3 \rightarrow 4} = Q_{3 \rightarrow 4} \quad \square$$

$$V_3 = V_4 \quad \square \quad W_{4 \rightarrow 1} < 0 \quad \square$$

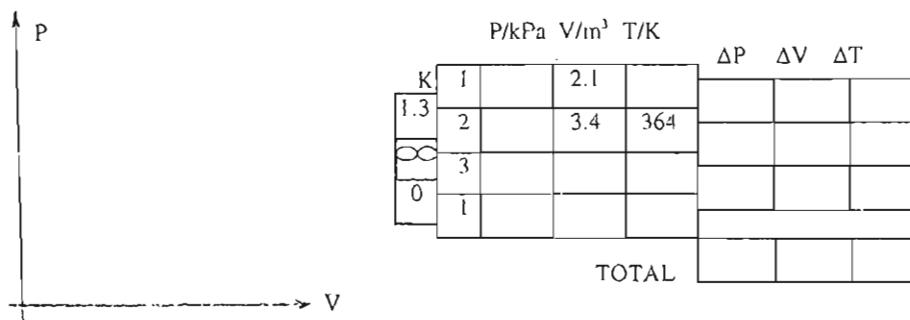
$$T_3 < T_4 \quad \square \quad W_{2 \rightarrow 3} > 0 \quad \square$$

12. 2 kg de helio experimentan los cambios politr6picos mostrados en el diagrama. Llenar los espacios vacíos en la tabla. $R = 2.077 \text{ kJ/kgK}$.

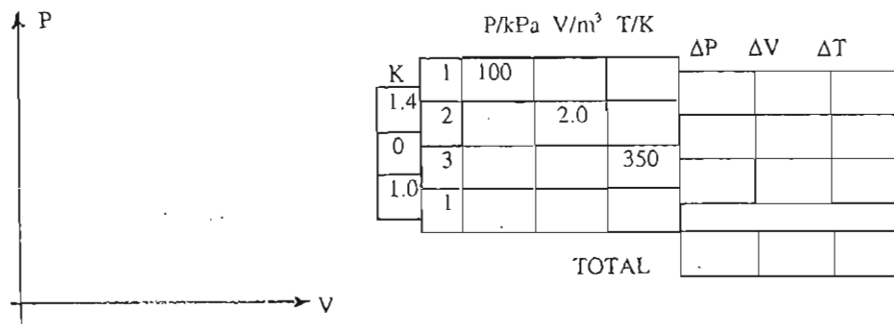


P/kPa V/m ³ T/K				ΔP	ΔV	ΔT
K	1		4.62			
	2	360		555		
1.73	3		10.0			0
	4					
TOTAL						

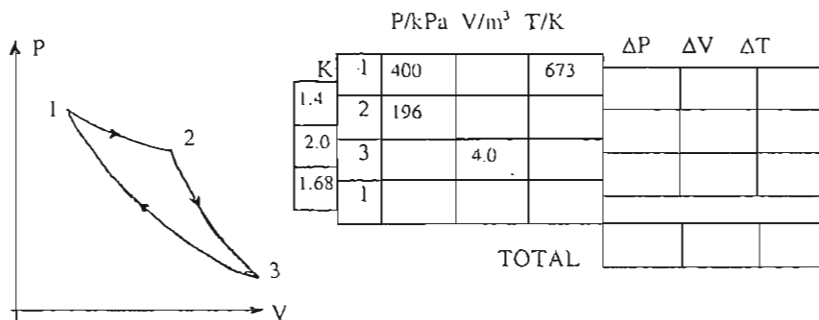
13. 2 kg de nitr6geno efectúan un ciclo compuesto por tres cambios definidos por los respectivos valores de κ . Llenar los espacios vacíos en la tabla y esbozar el diagrama del ciclo en el plano V_p . $R = 0.297 \text{ kJ/kgK}$.



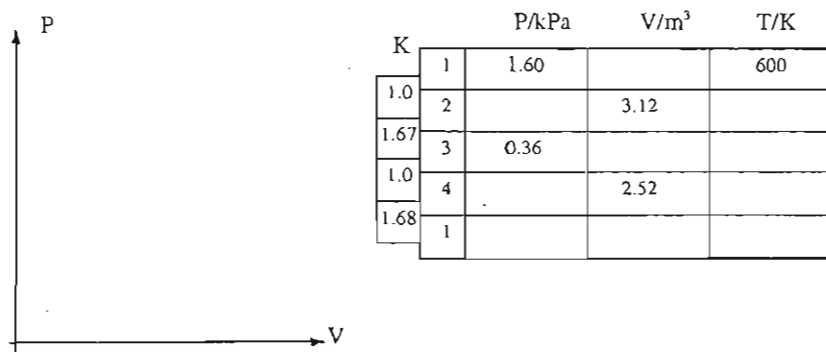
14. 3 kg de aire efectúan un ciclo compuesto por tres cambios politrópicos definidos por los respectivos valores de κ . Llenar los espacios vacíos en la tabla y esbozar el diagrama del ciclo en el plano Vp. $R = 0.287 \text{ kJ/kgK}$.



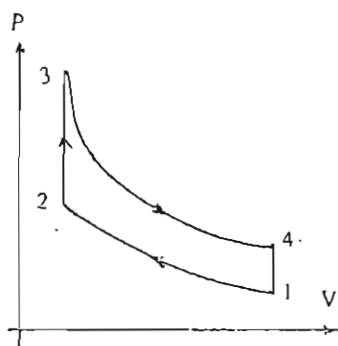
15. 3 kg de nitrógeno experimentan los cambios politrópicos mostrados en el diagrama. Llenar los espacios vacíos en la tabla. $R = 0.297 \text{ kJ/kgK}$.



16. 2 kg de helio efectúan un ciclo compuesto por cuatro cambios politrópicos definidos por los respectivos valores de κ . Llenar los espacios vacíos y esbozar el diagrama del ciclo en el plano P-v. $R = 2.077 \text{ kJ/kgK}$. (ciclo de Carnot)

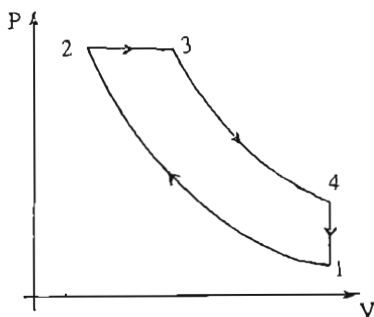


17. 1 kg de aire ($R = 0.287 \text{ kJ/kgK}$) efectúa el ciclo formado por los cuatro cambios politrópicos mostrados en la figura. Llenar los espacios vacíos de la tabla sabiendo que $V_2 = V_1/8$ (ciclo Otto)



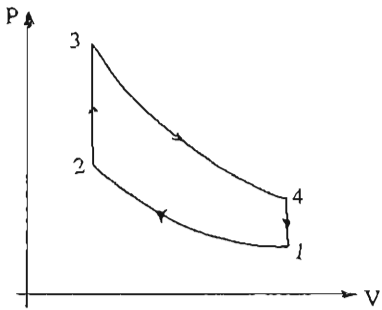
		P/kPa	V/m ³	T/K
K	1	0.1		288.2
1.4	2			
	3			3174
1.4	4			
	1			

18. 1 kg de aire ($R = 0.287 \text{ kJ/kgK}$) efectúa el ciclo formado por los cuatro cambios politrópicos mostrados en la figura. Llenar los espacios vacíos de la tabla sabiendo que $V_2 = V_1/16$ (ciclo Diesel).



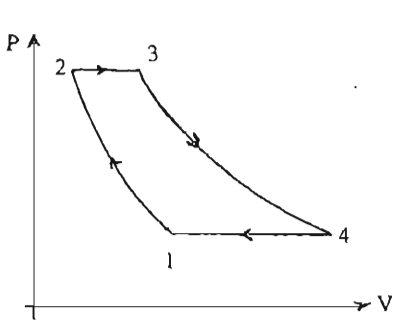
		P/kPa	V/m ³	T/K
K	1	0.1		288.2
1.4	2			
	3		0.16	
1.4	4			
	1			

19. 1 kg de aire ($R = 0.287 \text{ kJ/kgK}$) efectúa el ciclo formado por los cuatro cambios politrópicos mostrados en la figura. Llenar los espacios vacíos de la tabla suponiendo que $V_2 = V_1/10$ (ciclo Stirling).



		P/kPa	V/m ³	T/K
1.0	1	0.1		288.2
	2			
	3			2000
1.0	4			
	1			

20. 1 kg de aire ($R = 0.287 \text{ kJ/kgK}$) efectúa el ciclo formado por los cuatro cambios politrópicos mostrados en la figura. Llenar los espacios vacíos de la tabla sabiendo que $V_2 = V_1/10$ (ciclo Ericsson).



		P/kPa	V/m ³	T/K
1.0	1	0.1		288.2
	2			
	3		2.46	
1.0	4			
	1			

21. Un gas perfecto efectúa los siguientes cambios: en forma adiabática pasa del estado 1 al 2 efectuando un trabajo de 540 kJ; a temperatura constante pasa del estado 2 al 3 cediendo 300 kJ de calor.

	T/K	ΔV /kJ	Q/kJ	W/kJ
	1			
	2			
	3			
1 \rightarrow 3				

i) Llenar la tabla. Si $C_V = 30$ kJ/K y $T_3 = 300$ K, ii) Calcular T_1 y T_2 .

22. Un gas perfecto efectúa los siguientes cambios: a volumen constante pasa del estado 1 al 2 aumentando su energía en 200 kJ; pasa del estado 2 al 3 en forma adiabática efectuando un trabajo de 200 kJ.

	T/K	ΔV /kJ	Q/kJ	W/kJ
	1			
	2			
	3			
Total				

i) Llenar la tabla. Si $C_V = 25$ kJ/K y $T_2 = 300$ K, ii) Calcular T_1 y T_3 .

23. Un gas perfecto efectúa los siguientes cambios: en forma adiabática pasa del estado 1 al 2 efectuando un trabajo de 150 kJ; a temperatura constante pasa del estado 2 al 3 cediendo 200 kJ de calor.

	T/K	ΔV /kJ	Q/kJ	W/kJ
	1			
	2			
	3			
1 \rightarrow 3				

i) Llenar la tabla. Si $C_V = 20$ kJ/K y $T_1 = 500$ K, ii) Calcular T_2 y T_3 .

24. Un gas perfecto efectúa los siguientes cambios: a temperatura constante pasa del estado 1 al 2 absorbiendo 300 kJ de calor; pasa del estado 2 al 3 en forma adiabática recibiendo un trabajo de 540 kJ. i) Llenar la tabla. Si $C_V = 30$ kJ/K y $T_3 = 300$ K, ii) Calcular T_1 y T_2 .

	T/K	ΔV /kJ	Q/kJ	W/kJ
	1			
	2			
	3			
1	→ 3			

25. Un sistema constituido por 2 kg de helio ($C_V = 3.12$ kJ/kgK) efectúa un ciclo de Carnot absorbiendo 1600 kJ de calor a la temperatura de 600 K; se expande a continuación en forma adiabática realizando un trabajo de 1500 kJ; después mediante una compresión isotérmica cede 986 kJ de calor y regresa finalmente al estado inicial por una compresión adiabática. Calcular las cantidades pedidas en la tabla.

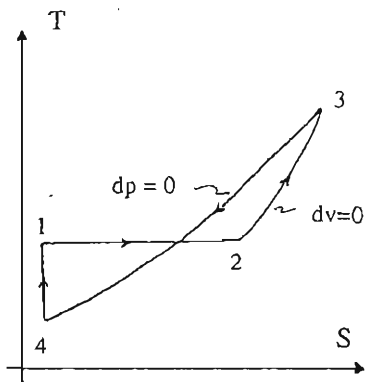
	T/K	ΔV /kJ	Q/kJ	W/kJ
600	1			
	2			
	3			
	4			
	1			
Total				

26. 1 kg de aire ($C_v = 0.72 \text{ kJ/kgK}$) efectúa un ciclo Otto. Es comprimido en forma adiabática realizándose sobre él un trabajo de 278 kJ; por un proceso isocórico su temperatura se eleva en 2498 K; luego en la expansión adiabática efectúa un trabajo de 1300 kJ y retorna al estado inicial en forma isocórica. El trabajo neto efectuado es de 1022 kJ. Calcular las cantidades pedidas en la tabla.

T/K		$\Delta V/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ
	1			
676	2			
	3			
	4			
	1			
Total				

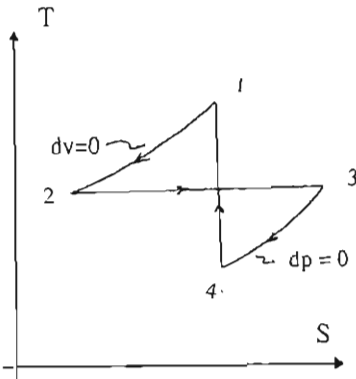
27. Un gas ideal y perfecto experimenta los cambios politrópicos mostrados en el diagrama. Clasificar como verdadera (v) o falsa (f) cada una de las relaciones indicadas a la derecha del diagrama.

(a)



$P_1 > P_2$	<input type="checkbox"/>	$W_{4 \rightarrow 1} = 0$	<input type="checkbox"/>
$V_3 < V_2$	<input type="checkbox"/>	$Q_{1 \rightarrow 2} = W_{1 \rightarrow 2}$	<input type="checkbox"/>
$T_3 > T_4$	<input type="checkbox"/>	$S_3 > S_4$	<input type="checkbox"/>
$P_2 > P_4$	<input type="checkbox"/>	$Q_{1 \rightarrow 2} = T_1 \Delta S_{1 \rightarrow 2}$	<input type="checkbox"/>
$S_1 > S_4$	<input type="checkbox"/>	$\Delta S_{4 \rightarrow 1} > 0$	<input type="checkbox"/>

(b)



$$V_3 < V_2 \quad \square \quad \Delta U_{2 \rightarrow 3} = 0 \quad \square$$

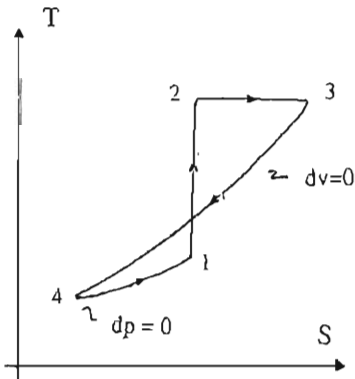
$$V_4 < V_3 \quad \square \quad W_{3 \rightarrow 4} > 0 \quad \square$$

$$\Delta S_{1 \rightarrow 2} < 0 \quad \square \quad Q_{4 \rightarrow 1} < 0 \quad \square$$

$$P_3 > P_1 \quad \square \quad \Delta U_{1 \rightarrow 2} = C_V \Delta T_{1 \rightarrow 2} \quad \square$$

$$S_3 - S_2 = 0 \quad \square \quad S_1 - S_4 = 0 \quad \square$$

(c)



$$T_1 < T_2 \quad \square \quad Q_{2 \rightarrow 3} > 0 \quad \square$$

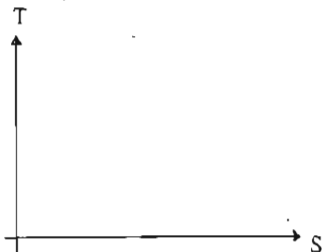
$$P_4 < P_3 \quad \square \quad Q_{1 \rightarrow 4} = W_{1 \rightarrow 4} \quad \square$$

$$V_1 = V_2 \quad \square \quad W_{1 \rightarrow 2} = 0 \quad \square$$

$$V_3 < V_1 \quad \square \quad Q_{3 \rightarrow 4} = \Delta U_{3 \rightarrow 4} \quad \square$$

$$S_1 < S_4 \quad \square \quad \Delta S_{1 \rightarrow 2} = 0 \quad \square$$

Para los problemas del 28 al 34 llenar la tabla adjunta.



	$\Delta V/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ	$\Delta S/\text{kJ/K}$
1				
2				
3				
1				
Total				

28. 2 kg de helio ($C_V = 3.12 \text{ kJ/kgK}$) efectúan el ciclo descrito en el problema 12. a) Esbozar el diagrama del ciclo en el plano ST, calcular: b) las cantidades pedidas en la tabla, c) el rendimiento r del ciclo, y d) el rendimiento r_C de un ciclo de Carnot operando entre las mismas temperaturas extremas.

29. 3 kg de aire ($C_V = 0.72 \text{ kJ/kgK}$) efectúan un ciclo compuesto por los tres cambios politrópicos descritos en el problema 14. a) Esbozar el diagrama del ciclo en el plano ST, b) calcular las cantidades pedidas en la tabla.

30. 3 kg de nitrógeno ($C_V = 0.745 \text{ kJ/kgK}$) efectúan el ciclo descrito en el problema 15. a) Esbozar el diagrama del ciclo en el plano ST, Calcular: b) las cantidades pedidas en la tabla, c) el rendimiento r del ciclo, y d) el rendimiento r_C de un ciclo de Carnot operando entra las mismas temperaturas extremas.

31. 2 kg de helio ($C_V = 3.12 \text{ kJ/kgK}$) efectúan un ciclo de Carnot (ver problema 16). a) Esbozar el diagrama del ciclo en el plano ST, calcular: b) las cantidades pedidas en la tabla, c) el rendimiento r del ciclo.

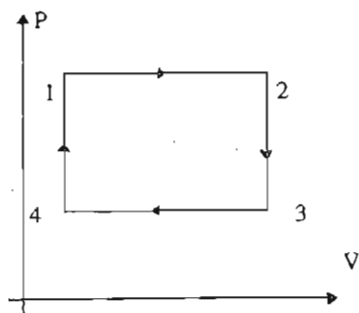
32. 1 kg de aire ($C_V = 0.72 \text{ kJ/kgK}$) efectúa un ciclo Otto (ver problema 17). a) Esbozar el diagrama del ciclo en el plano ST, calcular: b) las cantidades pedidas en la tabla, c) el rendimiento r del ciclo, y d) el rendimiento r_C de un ciclo de Carnot operando entre las dos temperaturas extremas que alcanza el aire en este ciclo.



33. 1 kg de aire efectúa un ciclo Diesel (ver problema 18). a) Esbozar el diagrama del ciclo en el plano ST, calcular: b) las cantidades pedidas en la tabla, c) el rendimiento r del ciclo, y d) el rendimiento r_C de un ciclo de Carnot operando entre las dos temperaturas extremas que alcanza el aire en este ciclo.

34. 1 kg de aire efectúa un ciclo Stirling (ver problema 19). a) Esbozar el diagrama del ciclo en el plano ST, calcular: b) las cantidades pedidas en la tabla, c) el rendimiento r del ciclo, y d) el rendimiento r_C de un ciclo de Carnot operando entre las mismas temperaturas extremas.

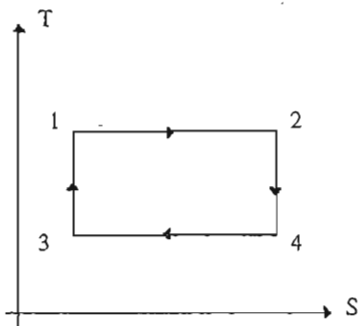
35. 3 kg de helio ($C_V = 3.12 \text{ kJ/kg K}$; $c_p = 5.20 \text{ kJ/kg K}$) efectúan el ciclo ilustrado en el diagrama. a) Esbozar el diagrama del ciclo en el plano ST, calcular: b) las cantidades pedidas en la tabla, c) el rendimiento r del ciclo y d) el rendimiento r_C del ciclo de Carnot operando entre las mismas temperaturas extremas.



T/K

		$\Delta V/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$
1					
2	600		2340	936	
3					
4		-1287		-858	
1				351	
Total					

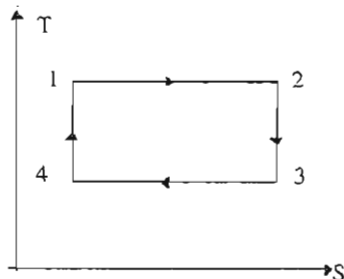
36. 2 kg de helio efectúan un ciclo de Carnot con un rendimiento del 40%. Se sabe que a la temperatura de 350 K el sistema cede 180 kJ de calor. Llenar la tabla.



T/K

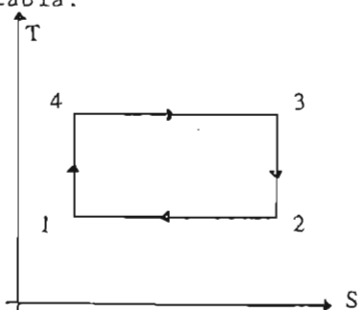
		$\Delta V/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$
	1				
	2				
	3				
	4				
	1				
Total					

37. Un sistema constituido por 4 kg de helio efectúa un ciclo de Carnot realizando un trabajo de 1000 kJ a temperatura constante. El trabajo neto es de 400 kJ. a) Calcular el rendimiento del ciclo, b) llenar la tabla.



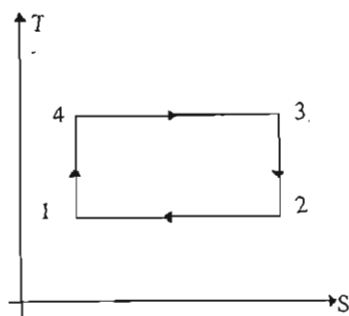
T/K		$\Delta V/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$
1					
2					
3					
4	300				
1					
Total					

38. 2 kg de aire efectúan el ciclo mostrado en la figura. El sistema cede una energía de 1500 kJ en forma de calor. Llenar la tabla.



T/K		$\Delta V/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$
	1				
300	2				
	3				
400	4				
	1				
Total					

39. Un sistema constituido por 3 kg de aire efectúa el ciclo mostrado en la figura. El trabajo realizado en la expansión isotérmica es de 1300 kJ. Calcular las cantidades pedidas en la tabla.



T/K		$\Delta V/\text{kJ}$	Q/kJ	W/kJ	$\Delta S/\text{kJK}^{-1}$
400	1				
	2				
600	3				
	4				
	1				
Total					

40. Un sistema que consta de 4 kg de aire se encuentra inicialmente a la temperatura de 293 K. A volumen constante se pone en contacto térmico con un almacén a 373 K. Determinar las variaciones en la entropía a) del sistema, b) de los alrededores a las temperaturas indicadas en la tabla, c) explique por qué es imposible que el sistema alcance las temperaturas extremas de 273 K y 400 K?

T/K	273	293	373	400
$\Delta S_{\text{sist}} / \text{kJK}^{-1}$		0		
$\Delta S_{\text{adr}} / \text{kJK}^{-1}$		0		
$\Delta S_{\text{univ}} / \text{kJK}^{-1}$		0		

41. Un sistema que consta de 2 kg de helio se encuentra inicialmente a la temperatura de 400 K y 200 kPa. Se pone en contacto térmico con un almacén a una temperatura de 300 K hasta que alcanza esta temperatura; a continuación mediante una expansión libre adiabática dentro de un recipiente de paredes rígidas duplica su volumen y finalmente, mediante un cambio isentrópico llega a la presión inicial. a) Llenar la tabla y b) calcular la variación en la entropía del sistema cuando pasa del estado final al estado inicial.

	p/kPa	V/m ³	T/K	$\Delta S / \text{kJK}^{-1}$		
				Sistema	Alreded.	Universo
1						
2						
3						
4						
1 → 4						

b) $\Delta S_{4 \rightarrow 1} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ kJK}^{-1}$

42. Un sistema que consta de 3 kg de aire inicialmente a 150 kPa y 500 K se ve sujeto a los cambios siguientes: se expande libremente dentro de un recipiente de paredes rígidas adiabáticas triplicando su volumen; mediante una compresión isentrópica la presión aumenta en 96 kPa; finalmente, mediante un proceso isotérmico reversible adquiere el volumen inicial. Llenar la tabla.

	p/kPa	V/m ³	T/K	$\Delta S / \text{kJK}^{-1}$	Sistema Alreded. Universo		
1							
2							
3							
4							
1 → 4							

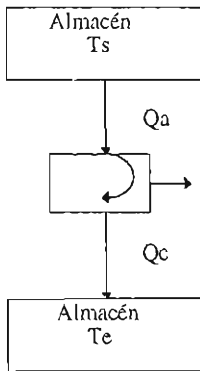
43. Un sistema que consta de 4 kg de aire se ve sujeto a los cambios siguientes: mediante una expansión isobárica reversible su volumen aumenta en 1.32 m³; a continuación, por un proceso isentrópico su temperatura disminuye en 78 K; finalmente, adquiere la temperatura inicial al ponerlo en contacto térmico a volumen constante con un almacén. Llenar la tabla.

	p/kPa	V/m ³	T/K	$\Delta S / \text{kJK}^{-1}$	Sistema Alreded. Universo		
1	150		350				
2							
3							
4							
1 → 4							

44. Un sistema que consta de 3 kg de helio inicialmente a la temperatura de 300 K se ve sujeto a los cambios siguientes: una expansión libre dentro de un recipiente de paredes rígidas adiabáticas hasta duplicar su volumen; a continuación, mediante una compresión isentrópica, alcanza un volumen cuyo valor es igual al volumen inicial; finalmente, llega a la temperatura inicial al ponerlo en contacto térmico (a volumen constante) con un almacén. Calcular las cantidades pedidas en la tabla.

T/K		$\Delta S / \text{kJ K}^{-1}$		
	i	Sistema	Alreded.	Universe
	1			
	2			
	i			
Total				

45 . Un sistema efectúa un ciclo absorbiendo una cantidad Q_a de calor de un almacén térmico a la temperatura $T_s = 600 \text{ K}$; realizando un trabajo neto W y cediendo una cantidad Q_c de calor a un almacén a la temperatura $T_e = 300 \text{ K}$, como se ilustra en el diagrama. Considerando que la energía se conserva, indicar para cada uno de los casos siguientes si el ciclo es reversible, irreversible o imposible.



- a) $Q_a = 400 \text{ kJ}$ y $Q_c = 150 \text{ kJ}$ _____,
- b) $Q_a = 400 \text{ kJ}$ y $W = 200 \text{ kJ}$ _____,
- c) $W = 200 \text{ kJ}$ y $r = 40 \%$ _____.

46 . Un sistema efectúa un ciclo absorbiendo 500 kJ de calor de un almacén térmico a 500 K , realizando un trabajo neto W y cediendo una energía Q_c a un almacén térmico a 350 K . Suponiendo que la energía se conserva indicar para cada uno de los casos siguientes si el ciclo es reversible, irreversible o imposible.

- a) realiza un trabajo neto de 150 kJ _____,
- b) el rendimiento es del 50% _____,
- c) cede 450 kJ de calor _____.

47. Un sistema efectúa un ciclo absorbiendo 300 kJ de calor de un almacén a 300 K; cediendo una cantidad de calor Q_C a un almacén a 600 K. El trabajo neto que debe suministrársele al sistema es W. Suponiendo que la energía se conserva; indicar, en cada uno de los casos siguientes, si el ciclo es reversible, irreversible o imposible:

- a) $W = 400$ kJ _____,
- b) $Q_C = 500$ kJ _____,
- c) $W = 300$ kJ _____.

48. Un sistema efectúa un ciclo operando entre dos almacenes térmicos a las temperaturas de 400 K y 600 K. Suponiendo que la energía se conserva; indicar, en cada uno de los casos siguientes, si el ciclo es reversible, irreversible o imposible:

- a) El sistema absorbe 500 kJ de calor del almacén a 600 K y realiza un ciclo con un rendimiento de 70% _____,
- b) el sistema absorbe 300 kJ de calor del almacén a 400 K y cede una determinada cantidad de calor al almacén a 600 K. El trabajo neto que debe suministrársele al sistema es de 150 kJ _____,
- c) El sistema absorbe 600 kJ de calor del almacén a mayor temperatura y cede 450 kJ de calor al almacén a temperatura menor _____.

Soluciones

1. 1.9 MPa
2. 280.6 kg
3. 2.06 MPa
4. a) 623 kg, 21.5 kmol; b) 86 kg, 21.5 kmol
5. a) 386.5 K, b) 151.6 kPa
6. helio
7. 7.36 J
8. a) 100 kJ, b) 303 kPa, c) hidrógeno, d) 3.48 kPa
9. a) 100 kJ, b) 100 kJ
10. a) 110 kPa, b) $-5 \times 10^{-4} \text{ m}^3$, c) $5 \times 10^{-2} \text{ kJ}$, d) $5 \times 10^{-3} \text{ kJ}$
e) $55 \times 10^{-3} \text{ kJ}$, f) 100 kPa, g) 2.75 K
11. a) v, f, f, f, v, f, f, v, v, f
b) f, f, f, v, v, v, v, f, v, v
c) v, f, v, v, f, v, v, v, f, v
12. $P_1 = 360 \text{ kPa}$, $P_3 = 166.3 \text{ kPa}$, $T_3 = T_1$
13. $P_1 = 119 \text{ kPa} = P_3$, $T_3 = 681, 14 \text{ K}$
14. $T_2 = 409.76 \text{ K}$, $V_1 = 3 \text{ m}^3$, $P_3 = 176.4 \text{ kPa}$
15. $V_2 = 2.5 \text{ m}^3$, $P_3 = 76.56 \text{ kPa}$
16. $P_2 = 0.80 \text{ MPa}$, $T_3 = 435.3 \text{ K}$, $V_3 = 5.03 \text{ m}^3$
17. $P_2 = 1.94 \text{ MPa}$, $P_4 = 0.47 \text{ MPa}$, $T_4 = 1359.23 \text{ K}$
18. $P_4 = 0.48 \text{ MPa}$, $T_2 = 875.12 \text{ K}$, $T_4 = 1388.15 \text{ K}$
19. $P_2 = 1.0 \text{ MPa}$, $P_3 = 6.92 \text{ MPa}$, $T_4 = 2000 \text{ K}$
20. $V_4 = 24.6 \text{ m}^3$, $T_3 = 8571.43 \text{ K}$, $P_3 = 1.0 \text{ MPa}$
21. $T_1 = 318 \text{ K}$, $\Delta U_{1 \rightarrow 3} = -540 \text{ kJ}$

22. $T_2 = 300 \text{ K}$, $T_3 = 292 \text{ K}$, $Q_{\text{tot}} = 200 \text{ kJ}$
23. $\Delta U_{1 \rightarrow 3} = -150 \text{ kJ}$, $T_2 = 492.5 \text{ K}$, $W_{1 \rightarrow 3} = -50 \text{ kJ}$
24. $T_1 = 282 \text{ K} = T_2$, $W_{1 \rightarrow 3} = -240 \text{ kJ}$
25. $T_4 = 369.75 \text{ K}$, $\Delta U_{4 \rightarrow 1} = 1500 \text{ kJ}$; $W_{\text{tot}} = 614 \text{ kJ}$
26. $T_1 = 289.88 \text{ K}$, $\Delta U_{2 \rightarrow 3} = 1798.56 \text{ kJ}$, $Q_{4 \rightarrow 1} = -776.56 \text{ kJ}$
27. a) v, f, v, f, f, f, v, v, v, f
 b) f, v, v, f, f, v, f, f, v, v
 c) v, v, f, v, f, v, f, v, v, v
28. $Q_{1 \rightarrow 2} = 1606.9 \text{ kJ}$, $W_{\text{neto}} = 235 \text{ kJ}$, $\Delta S_{2 \rightarrow 3} = -0.18 \text{ kJ/K}$
29. $\Delta S_{3 \rightarrow 1} = 0.48 \text{ kJ/K}$, $Q_{2 \rightarrow 3} = -180.53 \text{ kJ}$, $\Delta U_{1 \rightarrow 2} = 129.06 \text{ kJ}$
30. $W_{2 \rightarrow 3} = 183.76 \text{ kJ}$; $\Delta U_{3 \rightarrow 1} = 735.32 \text{ kJ}$; $r = 9\%$
31. $Q_{1 \rightarrow 2} = 1728 \text{ kJ}$; $W_{3 \rightarrow 4} = 1253.7 \text{ kJ}$; $r_C = 27\%$
32. $Q_a = 1798.56 \text{ kJ}$; $r = 57\%$, $\Delta S_{2 \rightarrow 3} = 1.11 \text{ kJ/K}$
33. $Q_{4 \rightarrow 1} = -791.96 \text{ kJ}$, $r_C = 89\%$; $\Delta U_{2 \rightarrow 3} = 1308.64 \text{ kJ}$
34. $W_{3 \rightarrow 4} = 1320 \text{ kJ}$, $Q_{\text{neto}} = 1129.79 \text{ kJ}$; $\Delta S_{4 \rightarrow 1} = -1.39 \text{ kJ/K}$
35. $T_3 = 550 \text{ K}$, $\Delta S_{3 \rightarrow 4} = -4.5 \text{ kJ/K}$, $\Delta U_{2 \rightarrow 3} = -468 \text{ kJ}$
36. $T_2 = 583.33 \text{ K}$, $W_{\text{neto}} = 117.5 \text{ kJ}$, $W_{4 \rightarrow 1} = -1456 \text{ kJ}$
37. $r = 40\%$, $W_{2 \rightarrow 3} = 2496 \text{ kJ}$, $T_2 = 500 \text{ K}$
38. $\Delta U_{2 \rightarrow 3} = 144 \text{ kJ}$, $W_{\text{neto}} = -375 \text{ kJ}$, $\Delta S_{1 \rightarrow 2} = 3.75 \text{ kJ/K}$
39. $\Delta S_{3 \rightarrow 4} = -3.25 \text{ kJ/K}$, $W_{4 \rightarrow 1} = 432 \text{ kJ}$
40. $\Delta S_{\text{sist}} (293 \rightarrow 373 \text{ K}) = +0.70 \text{ kJ/K}$, $\Delta S_{\text{alr}} (293 \rightarrow 373 \text{ K}) = -0.62 \text{ kJ/K}$
41. $\Delta S_{\text{sist}} (1 \rightarrow 2) = -1.80 \text{ kJ/K}$; $\Delta S_{\text{UNIV}} (2 \rightarrow 3) = 2.88 \text{ kJ/K}$
42. $\Delta S_{\text{sist}} (1 \rightarrow 2) = 0.95 \text{ kJ/K}$, $\Delta S_{\text{alr}} (3 \rightarrow 4) = 0.29 \text{ kJ/K}$
43. $\Delta S_{\text{alr}} (1 \rightarrow 2) = -1.61 \text{ kJ/K}$, $\Delta S_{\text{sist}} (1 \rightarrow 4) = 0.91 \text{ kJ/K}$
44. $\Delta S_{\text{sist}} (i \rightarrow i) = 0$, $\Delta S_{\text{tot}} (\text{UNIV}) = 5.50 \text{ kJ/K}$

- 45. impossible, reversible, irreversible
- 46. reversible, impossible, irreversible
- 47. irreversible, impossible, reversible
- 48. impossible, reversible, irreversible
- 49. 1, 5, 2, 4, 6, 3, 5, 1, 4, 4

2893030

Problemario	La edición estuvo
de termodinámica	a cargo de la
Se terminó de imprimir	Sección de Producción
en el mes de junio del año 2004	y Distribución Editoriales
en los talleres de la Sección	
de Impresión y Reproducción de la	Se imprimieron
Universidad Autónoma Metropolitana	200 ejemplares
Unidad Azcapotzalco	más sobrantes para reposición.

UAM
QC311
G3.7

2893030
García Cruz, Luz María
Problematario de termodinám



30 AÑOS

...transformando el diálogo por la razón

PROBLEMATARIO DE TERMODINAMICA

GARCIA CRUZ Y FRANCI • SECCION DE IMPRESION

04376

R. 40



\$ 7.00

\$ 7.00

ISBN: 970-654-599-9



978-97065-45992

21-ANTOLOGIAS

* 01-CBI

UNIVERSIDAD
AUTONOMA
METROPOLITANA



Casa abierta al tiempo. Azcapotzalco

Division de Ciencias Básicas e Ingeniería
Departamento de Ciencias Básicas
Coordinación de Extensión Universitaria
Sección de Producción y Distribución Editoriales

Ciencias